

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-126350
(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl.

H04B 10/28
H04B 10/26
H04B 10/14
H04B 10/04
H04B 10/06
H01S 3/10
H04B 10/02
H04B 10/135
H04B 10/13
H04B 10/12
H04J 14/08

(21)Application number : 08-271227

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 15.10.1996

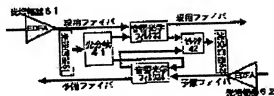
(72)Inventor : HENMI NAOYA

(54) OPTICAL NETWORK, OPTICAL BRANCH INSERTION NODE, AND FAULT RECOVERY SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate the loss of a signal in case of a fault, make small the signal deterioration due to variation in transmission distance at the time of switching, and enable using a stand-by fiber as it is by using an acoustooptical filter as a branch-inserting circuit and performing gain fixation control as an optical amplifier.

SOLUTION: The output of an optical transmitter is equally divided into two, which are made incident on acoustooptical filters 33 and 34 and also equally outputted to both an in-use fiber and the stand-by fiber. The light signals are made incident on other nodes and amplified by optical amplifiers 61 and 62 so as to have their gains controlled to constant values. Their optical amplifier outputs are inputted to the acoustooptical filters 33 and 34, and the light signals of the wavelength sent are branched. Then the two in-use and stand-by light signals are inputted to a selector 42. Then they are inputted to an optical receiver



52. The selector 42 normally selects the in-use side. Once a fault is detected from a decrease in power made incident on an optical receiver 52, switching to the stand-by side is performed.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.10.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.09.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) IntCl. ⁶	識別記号	F I	
H 0 4 B 10/28		H 0 4 B 9/00	Y
10/26		H 0 1 S 3/10	
10/14		H 0 4 B 9/00	H
10/04			U
10/06			Q

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-271227

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 10月15日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 逸見 直也

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

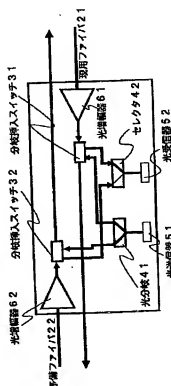
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 光ネットワーク、光分岐挿入ノードおよび障害回復方式

(57) 【要約】

【課題】 障害時に信号の損失がなく、障害回復による経路切替の際の信号光の伝送距離の変化による信号劣化が小さく、障害復旧後も予備ファイバを使い続けることができ、不要な経路切替を省くことができる光分岐挿入ノードおよび障害回復方式を提供する。

【解決手段】 光送信器 5 1 と、該光送信器出力に接続され光送信器出力を 2 分岐するための光分岐 4 1 と、現用ファイバ 2 1 に接続された利得一定化制御の施されている光増幅器 6 1 と、該光増幅器出力および前記光分岐出力の一方に接続された分岐挿入回路 3 1 と、予備ファイバ 2 2 に接続された利得一定化制御の施されている光増幅器 6 2 と、該光増幅器出力および前記光分岐出力のもう一方に接続された分岐挿入回路 3 2 と、2 つの分岐挿入回路 3 1、3 2 の出力に接続され、一方を選択するための、無断断切り替え機能を備えたセクタ 4 2 と、光受信器 5 2 とから光分岐挿入ノードが構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の光分岐挿入ノードと1つあるいは複数のハブ（親）ノードとが複数の光ファイバあるいは光波長多重技術を用いた時計回り、反時計回りデータ転送を行う光転送系を用いてリング状に結合された光ネットワークにおいて、

ハブ（親）ノードと複数の光分岐挿入ノードが、それぞれ異なる波長信号光を用いつつ時計回り、反時計回りの2つ以上の異なる経路で構成された伝送系を有し、光分岐挿入ノードにおいて前記2つ以上の経路から得られた信号のうち、一方を選択することを特徴とする光ネットワーク。

【請求項2】光送信器と、該光送信器出力に接続された光送信器出力を2分岐するための光分岐器と、現用ファイバに接続された利得一定化制御の施されている光増幅器と、該光増幅器出力および前記光分岐器出力の一方に接続された分岐挿入回路と、予備ファイバに接続された利得一定化制御の施されている光増幅器と、該光増幅器出力および前記光分岐器出力のもう一方に接続された分岐挿入回路と、2つの前記分岐挿入回路の出力に接続され、一方を選択する機能を備えた光セレクトと、該光セレクトに接続された光受信器とからなることを特徴とする光分岐挿入ノード。

【請求項3】複数の請求項2記載の光分岐挿入ノードと、該光分岐挿入ノードからの伝送信号を終端して終端信号を得、該終端信号をそのままあるいは時間分離して接続替えを行った後に他の光分岐挿入ノードへ転送する機能を有するハブ（親）ノードを有し、ネットワークの構成変更するための該ハブノードでの接続替え機能有することを特徴とする光ネットワーク。

【請求項4】二つ以上のノードと、各ノード内の光送信器と、該光送信器出力に接続された光送信器出力を2分岐するための光分岐器と、現用ファイバに接続された利得一定化制御の施されている光増幅器と、該光増幅器出力および前記光分岐器出力の一方に接続された分岐挿入回路と、予備ファイバに接続された利得一定化制御の施されている光増幅器と、該光増幅器出力および前記光分岐器出力のもう一方に接続された分岐挿入回路と、2つの前記分岐挿入回路の出力に接続され、一方を選択するための機能を備えた光セレクトと、該光セレクトに接続された光受信器とからなり、前記セレクトを切り替えることにより障害回復を行なうことを特徴とする障害回復方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光ネットワーク、特にリング型光ネットワークの障害回復に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、リング型光ネットワークでは、ファイバやノードに障害が起こったときループバックと呼

ばれる方法によって障害回復を行っていた。ループバックの原理を図6に示す。この例では、ノード1011から1014が2本のファイバによって結ばれている。この2本のファイバのうち1本は現用ファイバ1021、もう1本は予備ファイバ1022である。通常は現用ファイバ1021にのみ信号光が存在し、予備ファイバ1022には信号光が存在しない。各ノードは、現用ファイバ上の光信号のうち、自ノードに必要な信号を取り出し、他ノード宛の信号を送出する。障害が起きたとき、たとえば、図6（b）の×のところでファイバが切れた場合、両端のノードでスイッチを切り替えて予備ファイバに信号を通す。すなわち、図6（b）に示したような三日月型のリングができる。

【0003】また、リング型光ネットワークの他の障害回復法として、図7に示した鳥羽らの方法がある（第20回ヨーロッパ・コンファレンス・オン・オプティカル・コミュニケーション（European Conference on Optical Communication）, Tu. A.2, 1994 年）。この方法では、主信号については光送信器1051の出力を光分岐1041により2分岐して現用ファイバと予備ファイバの両方に同時に同じ信号を流し、受信側に設けられた電気スイッチ1072によって一方を選択する。また、主信号とは波長の異なる光を用意し、これを強度変調することによって光増幅器入出力の監視を行っているが、この光増幅器監視用の光の障害回復はループバックスイッチ1081、1082を用いてループバックを行っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来技術のループバックの課題としては、障害位置を特定してから経路を切り替える必要があるため切替に時間がかかる、光信号の伝送距離が大きく変わるためにエドロープ光ファイバ増幅器（EDFA）や半導体光増幅器等の光増幅器の利得の波長依存性が変化する、光信号の伝送距離が大きくなるためにファイバの非線形効果や増幅器段数が増えることによる自然放光雑音の蓄積による信号劣化が大きくなる、通過スイッチ段数が増えることによるクロストーク蓄積等による信号劣化が大きくなる。ノード内にループバックスイッチを設ける必要があるために装置が大型化しコストが大きくなる、障害復旧後は予備ファイバから現用ファイバに切り替える必要がある、等が挙げられる。

【0005】従来技術の鳥羽らの方法は、主信号のみの障害回復に関しては上記ループバックの問題点が解消されている。しかし、実際の障害回復においては主信号のみの障害回復は意味を持たず、光増幅器監視用の光の障害回復も同時に行なわなければならない。光増幅器監視光に対してループバックを行なうために、障害回復時間は光増幅器監視光の障害回復時間によって制限される。また、光増幅器監視光のループバックのためにスイッチ

を設ける必要があるため、装置が大型化し、コストが大きくなる。

【0006】また、障害復旧後は予備ファイバから現用ファイバに切り替える必要がある。

【0007】また、特定のノードのみ障害を検出した場合にも、ループバック動作を行なうため、全てのノードにおいて信号経路の変更が生じる。

【0008】本発明の目的は、障害発生時に信号の損失が無く、障害回復による経路の切替えの際の信号光の伝送距離の変化による信号劣化が小さくかつ障害復旧後も予備ファイバを使うことができ、しかも不要な経路切替えを少なくできる分離挿入ノード、光ネットワークまたは障害回復方式を提供するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光ネットワークは、複数の光分岐挿入ノードと1つあるいは複数のハブ（観）ノードとが複数の光ファイバあるいは光波長多重技術を用いた時計回り、反時計回りデータ転送を行う光転送系を用いてリング状に結合された光ネットワークにおいて、ハブ（観）ノードと複数の光分岐挿入ノードが、それぞれ異なる波長信号光を用いかつ時計回り、反時計回りの2つ以上の異なる経路で構成された伝送系を有し、光分岐挿入ノードにおいて前記2つ以上の経路から得られた信号のうち、一方を選択することを特徴とする。

【0010】本発明の光分岐挿入ノードは、図1に示すように、光送信器（51）と、該光送信器出力に接続され光送信器出力を2分岐するための光分岐器（41）と、現用ファイバ（21）に接続された利得一定化制御の施されている光増幅器（61）と、該光増幅器出力および前記光分岐器出力の一方に接続された分岐挿入回路（31）と、予備ファイバ（22）に接続された利得一定化制御の施されている光増幅器（62）と、該光増幅器出力および前記光分岐器出力のもう一方に接続された分岐挿入回路（32）と、2つの前記分岐挿入回路の出力に接続され、一方を選択する機能を備えた光セクタ（42）と、該光セクタに接続された光受信器（52）とからなることを特徴とする。

【0011】本発明の光ネットワークは、複数の前記光分岐挿入ノードと、該光分岐挿入ノードからの伝送信号を終端して終端信号を得、該終端信号をそのまゝあるいは時間分離して接続替を行った後に他の光分岐挿入ノードへ転送する機能を有するハブ（観）ノードを有し、ネットワークの構成変更するための該ハブノードでの接続替え機能を有することを特徴とする。

【0012】本発明の障害回復方式は、2つ以上のノードと、各ノード内の光送信器と、該光送信器出力に接続され光送信器出力を2分岐するための光分岐器と、現用ファイバに接続された利得一定化制御の施されている光増幅器と、該光増幅器出力および前記光分岐器出力の

方に接続された分岐挿入回路と、予備ファイバに接続された利得一定化制御の施されている光増幅器と、該光増幅器出力および前記光分岐器出力のもう一方に接続された分岐挿入回路と、2つの前記分岐挿入回路の出力に接続され、一方を選択するための機能を備えた光セクタと、該光セクタに接続された光受信器とからなり、前記セクタを切り替えることにより障害回復を行なうことを特徴とする。

【0013】（作用）本発明の障害回復方式では、図2（a）に示したように、従来例の鳥羽らの方法と同様に送信側のノードでは、通常時において信号光を光分岐により分岐して現用ファイバと予備ファイバに等しく送る。

【0014】受信側のノードのセクタは通常は現用側を選択している。光受信器に信号が来なくなると、このセクタを予備側に切り替える（図2（b））。

【0015】各ノード内の光増幅器については、個別に利得一定化制御を行なうことにより、従来例のような光増幅器監視光が不要となる。光増幅器の利得一定化制御は、御園らによる電子情報通信学会1994年秋季大会B-943に述べられている。この方法を用いることにより、障害回復においてループバックが必要な光がなくなるので、障害回復の高速化、伝送距離変化の縮小、装置の小型低コスト化を図ることができる。

【0016】また、図2に示されているように本発明においては現用系と予備系が全く対称であるので、障害復旧後も予備系を使用し続けることができ、不要な経路切替を省くことができる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図を用いて説明する。図2におけるノード11、12として、図3に示した音響光学フィルタを分岐挿入回路として用いた光分岐挿入ノードを考える。音響光学フィルタは、入力する高周波信号の周波数によって決まる周波数の光のみを波長多重された光伝送路の中から分岐し、それと同時に、分岐した周波数に等しい周波数の光を光伝送路に挿入することができる。

【0018】音響光学フィルタの動作原理についてはS. E. Harrisらによるジャーナル・オブ・ジ・オプティカル・ソサイエティ・オブ・アメリカ（Journal of the Optical Society of America）第59巻第6号（1969年刊）744-747頁所載の論文に詳しい。

【0019】いま、図2において、現用ファイバ21と予備ファイバ22上に波長1552nmと波長1556nmの信号光が存在し、ノード11からノード12への信号は、これらのうち波長1552nmの光を用いて伝送されるとする。

【0020】ノード11の構成は図3で表され、光送信器51の発振波長は1552nmである。この光送信器から出力された信号光のパワーを光分岐41によって2等

分し、音響光学フィルタ33および音響光学フィルタ34に入射させる。音響光学フィルタ33、34を波長1552nmの光に対して分岐挿入動作するように駆動すると、光分岐41からの信号光は現用ファイバ、予備ファイバの双方に等しく出力される。

【0021】これら信号光は、図2に示すように、現用ファイバ21および予備ファイバ22を通過して共にノード12に入射する。ノード12の構成も図3で表される。現用ファイバ21および予備ファイバ22上の光信号は、それぞれ光増幅器61、62で増幅される。これら光増幅器には利得一定化制御が施され、光増幅器が設置されたノードにおいて制御および監視が可能なので、従来例のように監視用の光をノードのファイバ上に流す必要がない。

【0022】この例ではErドープ光ファイバ増幅器(EDFA)を用いたが、このほか半導体光増幅器も使用可能であり、信号光の波長が1.3μm帯の場合は、Prドープ光ファイバ増幅器、半導体光増幅器が使用可能である。各光増幅器出力は音響光学フィルタ33、34に入力される。音響光学フィルタ33、34をいずれも波長1552nmの光に対して分岐挿入動作を行なうように駆動すれば、ノード11から送られてきた波長1552nmの信号光は分岐される。分岐された、現用、予備二つの信号光をセレクト42に入力させる。セレクト42は通常は現用側を選択している。セレクト42の出力を光受信器52に入力することにより受信を行なう。

【0023】現用ファイバ21に障害が起こった場合について説明する。ノード12においてセレクト42が現用側を選択していると、光受信器52に入射する光パワーの減少により障害が起こったことがわかる。障害の検出は、セレクト42の出力光の一部を分岐して、その光パワーを監視することによって行っても良い。

【0024】ノード12において障害を検出した場合、ノード12内のセレクト42を予備側に切り替えればよい。従来例とは異なり、これで全ての障害回復が完了する。上に説明したように、予備系にも常に現用系と同じ信号が流れているので、セレクト42を切り替えた時点で受信を再開できる。

【0025】しかし、ノード11からノード12への現用系と予備系の伝送距離は一般に異なるので、これらの差を補う必要がある。この目的に有効な方法として、白垣らによる無断切替(第19回ヨーロッパ・コンファレンス・オン・オプティカル・コミュニケーション(Eu ropean Conference on Optical Communication), TuP5.3, 1993年)がある。この無断切替可能な光スイッチをセレクト42に用いれば、障害の際にも全く信号を損失することなく障害回復を行うことができる。

【0026】分岐挿入ノードは、上に述べた音響光学フィルタを用いる構成の他、図4のような構成とすること

ができる。この構成においては、現用、予備の入力のうち一方をセレクト42で選択したあと、光分波器44を用いて各波長毎に異なる光伝送路に出力する。光受信器54は、この光伝送路の数に等しい数(この例では8)のフォトダイオードから成り、各々の光信号を電気信号に変換する。電気スイッチ71によって分岐、挿入、あるいは、各波長間で信号の入れ替えを行う。この出力を、互いに発振波長の異なる複数のレーザーから成る光送信器53により光信号に変換し、光合波器43を光伝送路の異なる波長の信号光を1本のファイバに波長多重する。光合波器出力光パワーを光分岐41によって2等分し現用ファイバおよび予備ファイバに送出する。

【0027】この構成においても、光増幅器61から64は利得一定化制御が施されていて、ノード内で監視および制御を行うことができる。また、光分波器44の出力の全てを受信せず、分岐すべき波長の存在する伝送路の信号のみ光受信器に接続し、他は直接光合波器43に入力させ、光送信器も挿入すべき波長で発振するもののみを設置してその出力を光合波器43に入力させても良い。

【0028】光増幅器の利得一定化制御は、御園らによる電子情報通信学会1994年秋季大会B-943に述べられている方法の他、光増幅器入力光と出力光の各々の一部を分岐してそのパワーを比較し、この比が一定となるように制御する方法など、光増幅器の利得を自動的に一定化するあらゆる方法が利用できる。

【0029】また、光増幅器のノード内の位置は、図3のようにノードの入力部だけではなくノードの出力部他あらゆる位置が可能である。また、光増幅器は図4のように現用系、予備系各々複数設置しても良い。

【0030】本発明の光分岐挿入ノードを用いたネットワークの例を図5に示す。ノード11は図4に示した実施例、ノード12、13、14は図3に示した実施例である。ノード11中の光送信器53は、発振波長1548nm、1552nm、1556nmのレーザーを持つ。波長1548nmの光はノード12宛の信号のみ、波長1552nmの光はノード13宛の信号のみ、波長1556nmの光はノード14宛の信号のみを運ぶ。ノード14内の音響光学フィルタは、現用33、予備34とも1556nmを選択している。また、このノード内の光送信器51の発振波長は1556nmであり、光分岐41によって34のパワーが2等分された後、音響光学フィルタ33、34により現用ファイバ21および予備ファイバ22に挿入される。ノード12は波長1548nmについて、13は波長1552nmについて同様の動作を行なう。

【0031】このネットワークに本発明の障害回復方式を適用すれば、障害を検出したノード以外は障害回復動作を行わずに通常動作を継続することができる。図5において、ノード14が障害を検出し、ノード11、12、13は障害を検出していないとする。このとき、ノ

ード14内のセクタ42を予備側に切り替えることのみにより障害回復動作は完了する。他のノードにおいて障害を検出した場合も同様である。レーザーの波長は上にした値だけでなく、1.5 μm 帯の他の波長や1.3 μm 帯など、他の波長帯も使用できる。またこの例でノードの数は図3の実施例のノードが3、図4の実施例のノードが1としたが、この数に限らず図3の実施例のノードが16、図4の実施例のノードが2など任意の数でよい。

【0032】

【発明の効果】送信部には光分岐、受信部にはセクタを設けるだけの簡単な構成により、障害回復の基本機能が実現できる。このため、ノードの小型化、低価格化を図ることができる。また、切替前に障害位置を特定する必要がないため高速に切り替えることができ、無断障害回復が可能である。

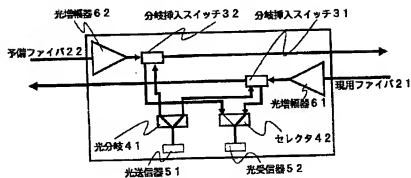
【0033】また、光信号の伝送距離変化は比較的小さいため、Eドープ光ファイバ増幅器（EDFA）利得の波長依存性が変化も小さい。ファイバの非線形効果、増幅器段数が増えることによる自然放光雑音の蓄積、通過スイッチ段数が増えることによるクロストーク蓄積等の影響も比較的小さい。

【0034】また、現用ファイバと予備ファイバが全く対等なので、障害復旧後も予備ファイバを使い続けることができ、不要な経路切替を省くことができる。

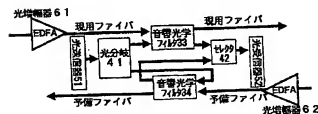
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光分岐挿入ノードを示す図である。

【図1】



【図3】



【図2】本発明の障害回復方式を示す図である。

【図3】本発明の光分岐挿入ノードの実施例を示す図である。

【図4】本発明の光分岐挿入ノードの他の実施例を示す図である。

【図5】本発明の光分岐挿入ノードを用いたネットワークの例を示す図である。

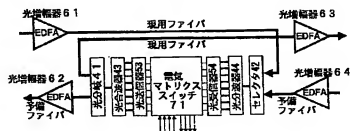
【図6】従来の障害回復方式を示す図である。

【図7】従来の光分岐挿入ノードを示す図である。

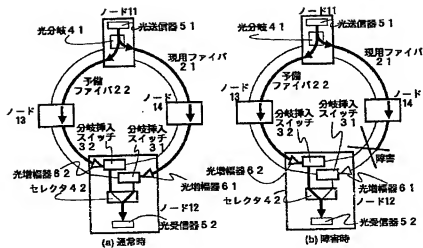
【符号の説明】

- 11, 12, 1011, 1012, 1013, 1014 ノード
- 21, 1021 現用ファイバ
- 22, 1022 予備ファイバ
- 31, 32, 1031, 1032 分岐挿入回路
- 33, 34 音響光学フィルタ
- 41, 1041 光分岐
- 42 セクタ
- 43 光合波器
- 44 光分波器
- 51, 53, 1051 光送信器
- 52, 54, 1052, 1053 光受信器
- 61, 62, 63, 64, 1061, 1062 光増幅器
- 71 電気マトリクススイッチ
- 1072 電気スイッチ
- 1081, 1082 ループバックスイッチ

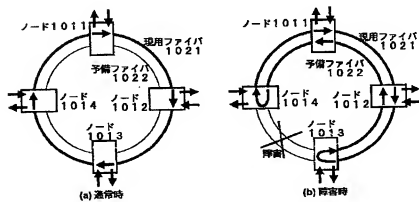
【図4】



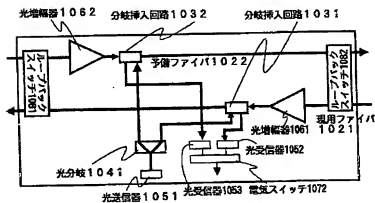
【図 2】



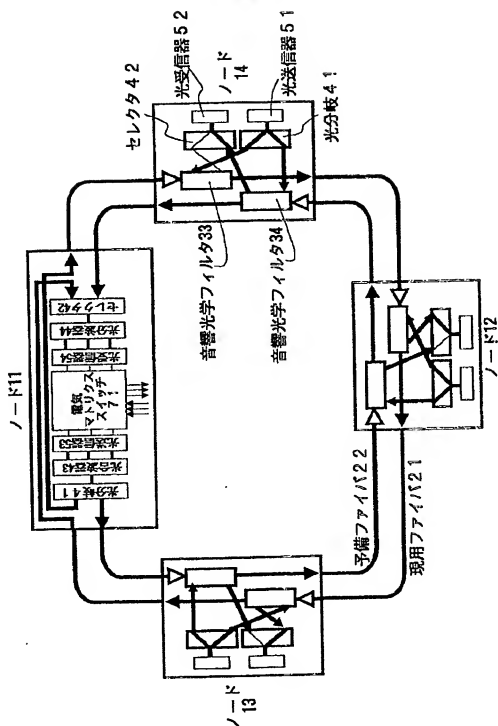
【図 6】



【図 7】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁸

H 0 1 S 3/10

H 0 4 B 10/02

10/135

10/13

識別記号

F I

H 0 4 B 9/00

S

D

10/12
H O 4 J 14/08